

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-084142

(43)Date of publication of application : 31.03.1995

(51)Int.Cl.

G02B 6/255

G02B 6/14

(21)Application number : 05-181922

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 28.06.1993

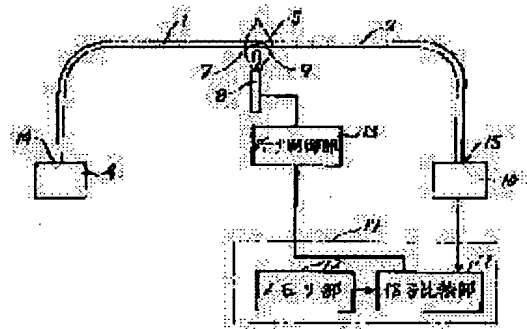
(72)Inventor : ONO TAKAHIRO
YANAGAWA HISAHARU

(54) FUSION SPLICING METHOD FOR OPTICAL FIBERS

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the fusion splicing method for optical fibers capable of surely and easily lessening connection loss in connection of the optical fibers varying in mode field diameter to each other.

CONSTITUTION: One end side 7 of the first optical fiber 1 and one end side 9 of the second optical fiber 2 are fusion spliced. A power meter 10 which is a monitor section is connected to the other side 15 of the optical fiber 2. a feedback control section 17 is connected to the power meter 10. A burner 8 is arranged in a fusion splicing region 5 of the optical fibers 1, 2. The burner 8 is connected to the feedback control section 17 via a burner control section 13. Light is passed to the optical fiber 2 from the optical fiber 1 side. While the intensity of the light emitted from the optical fiber 2 is kept detected and monitored by the power meter 10, the fusion splicing region 5 of the optical fibers 1, 2 is heated by the burner 8 until the light intensity attains the preset value applied to the feedback control section 17, by which the mode fields at the connecting ends of the optical fibers 1, 2 are both expanded.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.11.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.06.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The end side of the 1st optical fiber and the 1st optical fiber carry out fusion splicing of the end side of the 2nd optical fiber with which the diameters of the mode field differ. The monitor section which detects and carries out the monitor of the optical reinforcement to the other end side of the 2nd optical fiber is prepared. Detecting and carrying out the monitor of the optical reinforcement of the light in which outgoing radiation is carried out by through and said monitor section from the 2nd optical fiber in light to the 2nd optical fiber from a 1st optical fiber side after the fusion splicing of the 1st optical fiber and the 2nd optical fiber The welding connection method of the optical fiber characterized by heating the fusion splicing field of the 1st optical fiber and the 2nd optical fiber until this optical reinforcement becomes beyond the value set up beforehand, and expanding both the mode fields in the connection edge of the 1st optical fiber and the 2nd optical fiber.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the welding connection method of the optical fiber with which the diameters of the mode field differ.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the field of optical communication, fusion splicing of the optical fiber with which the diameters of the mode field (the diameter of the field which the optical reinforcement decreases to $1/e^2$ to the optical reinforcement of the medial axis of the core of an optical fiber is said) differ is coming to be performed. When combining the optical fibers from which the diameter of the mode field differs For example, although end side 7 of the 1st optical fiber 1 and the 1st optical fiber 1 carry out opposite arrangement of end side 9 of the 2nd optical fiber 2 with which the diameters of the mode field differ, and it carries out fusion splicing by discharge of the arc discharge electrodes 3a and 3b as shown in (b) of this drawing as shown in (a) of drawing 4 Since connection loss becomes large in the connection edge of optical fibers 1 and 2 where fusion splicing is then carried out, an applicant The approach of reducing connection loss is proposed by heating the fusion splicing field 5 of the 1st optical fiber 1 and the 2nd optical fiber 2, and expanding both the diameters of the mode field in the connection edge of the 1st optical fiber 1 and the 2nd optical fiber 2.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when the fusion splicing field 5 of the 1st and 2nd optical fiber 1 and 2 is heated, Since there was no means to judge whether connection loss cannot be reduced effectively and those condition adjustments are performed appropriately conventionally during mode field amplification processing when conditions, such as heating time and temperature, were not suitable Since condition adjustment was not performed appropriately, when it became so, there was a problem that connection loss of optical fibers 1 and 2 will become large. For example, if the class of optical fibers 1 and 2 to connect is different or heating temperature is not stabilized, even if only the same time amount will heat-treat Also when the mode field may be expanded appropriately, it was not fully expanded, or it expands too much and it is said that it is as that connection loss becomes large on the contrary ****, a certain sake, The yield of the connection excellent article at the time of dispersion arising in connection loss of optical fibers 1 and 2, and using optical fibers 1 and 2 as an object for optical communication by the time of connecting, was bad.

[0004] Made in order that this invention may solve the above-mentioned technical problem, the object has made connection loss small certainly in connection of the optical fibers from which the diameter of the mode field differs to offer the welding connection method of the optical fiber made easily.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, this invention is constituted as follows. Namely, as for the end side of the 1st optical fiber, and the 1st optical fiber, this invention carries out fusion splicing of the end side of the 2nd optical fiber with which the diameters of the mode field differ. The monitor section which detects and carries out the monitor of the optical

reinforcement to the other end side of the 2nd optical fiber is prepared. Detecting and carrying out the monitor of the optical reinforcement of the light in which outgoing radiation is carried out by through and said monitor section from the 2nd optical fiber in light to the 2nd optical fiber from a 1st optical fiber side after the fusion splicing of the 1st optical fiber and the 2nd optical fiber. It constitutes as a description heating the fusion splicing field of the 1st optical fiber and the 2nd optical fiber until this optical reinforcement becomes beyond the value set up beforehand, and expanding both the mode fields in the connection edge of the 1st optical fiber and the 2nd optical fiber.

[0006]

[Function] In this invention of the above-mentioned configuration, the 2nd optical fiber lets light pass from a 1st optical fiber side. Since the fusion splicing field of the 1st optical fiber and the 2nd optical fiber is heated until it becomes beyond the value that the monitor of the luminous intensity by which outgoing radiation is carried out was detected and carried out in the monitor section from the 2nd optical fiber, and the optical reinforcement set up beforehand, Heating of the fusion splicing field of the 1st and 2nd optical fiber is ended in the place where both the mode fields in the connection edge of the 1st optical fiber and the 2nd optical fiber were expanded at, and the magnitude of the mode field was expanded to suitable magnitude. And since the mode field of the 1st and 2nd optical fiber is expanded to suitable magnitude and connected, connection loss of the 1st and 2nd optical fiber becomes small certainly.

[0007]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained based on a drawing. In addition, in explanation of this example, the same sign is given to the same name part as the conventional example, and the detail explanation is omitted. The 1st example of the welding contact which connects an optical fiber to drawing 1 using the welding connection method of the optical fiber concerning this invention is shown in the state of an optical fiber 1 and 2 installation. In this drawing, opposite arrangement of end side 7 of the 1st optical fiber 1 and end side 9 of the 2nd optical fiber 2 is carried out like the conventional example, and fusion splicing of the optical fibers 1 and 2 is carried out with the arc discharge electrodes 3a and 3b, and they are set in the heating apparatus equipped with the burner after fusion splicing. The mode field of the 1st optical fiber 1 is a diameter 9.5. It is the perfect circle configuration of mum and the mode field of the 2nd optical fiber 2 is the major axis of 13 micrometers, and a minor axis 6.2. It is elliptical [of mum] and the mode fields of both the optical fibers 1 and 2 differ in the dimension and the configuration.

[0008] The laser diode 4 is connected to other end side of 1st optical fiber 14, the power meter 10 which is the monitor section is connected to other end side of 2nd optical fiber 2 15, and the feedback control section 17 is connected to the power meter 10. A burner 8 is arranged in the fusion splicing field 5 of the 1st and 2nd optical fiber 1 and 2, the burner 8 is connected to the burner control section 13, and the burner control section 13 is connected to said feedback control section 17.

[0009] Incidence is carried out to the 1st optical fiber 1, the 2nd optical fiber 2 lets the light which discharges a laser beam (lightwave signal) and was discharged pass from a 1st optical fiber side through the 1st optical fiber 1, and outgoing radiation is carried out from one end 15 of the 2nd optical fiber 2, and it carries out incidence of the laser diode 4 which functions as luminescence equipment to a power meter 10.

[0010] A power meter 10 detects the lightwave signal, is changed into an electrical signal, carries out the monitor of the optical reinforcement of outgoing radiation light every moment, and adds the monitor signal to the feedback control section 17. The feedback control section 17 has the signal comparator 11 and the memory section 12, and the set point of the optical reinforcement decided beforehand is inputted into the memory section 12. The signal comparator 11 compares the monitor signal of the optical reinforcement applied to the signal comparator 11 from the set point inputted into the memory section 12, and a power meter 10. It is judged that heating is ended when the optical reinforcement by which outgoing radiation is carried out consists of the 2nd optical fiber 2 beyond the set point inputted into the memory section 12. Adding a heating terminate signal (off signal) to the burner control section 13, the burner control section 13 terminates heating of a stop and the fusion splicing field 5 for a burner 8 in

response to the heating terminate signal added from the signal comparator 11.

[0011] Although the 1st and 2nd optical fiber 1 and 2 is heated by the burner 8 after fusion splicing and the diameter of the mode field of each optical fibers 1 and 2 is expanded [in / both / the fusion splicing field 5] when connecting optical fibers 1 and 2 with the welding connection method of the optical fiber of this invention At this time, a laser beam is discharged from a laser diode 4, incidence is carried out to the 1st optical fiber 1, and if the optical reinforcement of the light by which outgoing radiation is carried out to the 2nd optical fiber 2 from one end 15 of through and an optical fiber 2 in light is measured from the 1st optical fiber 1 side, heating crepuscular-rays reinforcement will increase gradually and will go.

[0012] The experimental result which asked for the relation between the heating time of the fusion splicing field 5 of the 1st and 2nd optical fiber 1 and 2 and the optical reinforcement (outgoing radiation power) of outgoing radiation light is shown in drawing 2 . As shown in this drawing, it increases as heating time of outgoing radiation power increases, and if it heats beyond a certain fixed time amount, it will fall to reverse.

[0013] With heating, although this expands both the mode fields of the connection edge of the 1st and 2nd optical fiber 1 and 2 The rate to expand is different in the mode field of an optical fiber 1 and an optical fiber 2. The inside of the beginning is expanded so that the rate of the area of the lap part of the mode field of optical fibers 1 and 2 may increase. Consequently, if it approaches so that connection loss of optical fibers 1 and 2 may decrease, the rate of the lap part of a condition with the optimal mode field amplification condition, i.e., the mode field of optical fibers 1 and 2, may increase and the diameter of the mode field may be in agreement although connection loss of optical fibers 1 and 2 becomes the smallest, if it expands further exceeding the condition -- a core -- light -- closing -- ** -- it becomes there is not less and it is shown that light comes out of optical fibers 1 and 2.

[0014] The mode field amplification condition of optical fibers 1 and 2 is made suitable. Connection loss then, in order to make it become below 0.2 dB, [for example,] When the laser beam discharged from a laser diode 4 is -0.3 dBm If heating by the burner 8 is terminated in the place where the optical reinforcement which inputs the set point of -0.5 dBm into the memory section 12, and outgoing radiation was carried out from the 2nd optical fiber 2, and was detected with the power meter 10 became more than -0.5 dBm The mode field of optical fibers 1 and 2 is expanded to suitable magnitude, and since amplification is completed and is connected in the condition, it can make connection loss of optical fibers 1 and 2 the small value below 0.2 dB.

[0015] The set point is actually decided that connection loss of optical fibers 1 and 2 becomes below 0.2 dB, and the set point is inputted into the memory section 12. Light to optical fibers 1 and 2 thus, with through Till the place where the luminous intensity by which outgoing radiation is carried out became beyond the set point from the optical fiber 2 When the fusion splicing field 5 of optical fibers 1 and 2 was heated and both the mode fields of the connection edge of optical fibers 1 and 2 were expanded, connection loss was able to connect optical fibers 1 and 2 with the small value of 0.20dB. Moreover, similarly, in case another optical fibers 1 and 2 are connected, decide the set point that connection loss of optical fibers 1 and 2 becomes below 0.2 dB, and it inputs into the memory section 12. When light was heated to optical fibers 1 and 2 till the place where the luminous intensity by which outgoing radiation is carried out from an optical fiber 2 with through became beyond the set point and the mode field was expanded to them, connection loss was able to connect with the small value of 0.20dB 9 times among 9 times.

[0016] According to this example, after the fusion splicing of the 1st optical fiber 1 and the 2nd optical fiber 2 Until optical reinforcement becomes beyond the value set up beforehand, while a power meter 10 detects the luminous intensity by which outgoing radiation is carried out from through and the 2nd optical fiber 2 in light to the 2nd optical fiber 2 and it carries out a monitor to it from the 1st optical fiber 1 side In order to heat the fusion splicing field 5 of the 1st optical fiber 1 and the 2nd optical fiber 2 and to make both the mode fields in the connection edge of the 1st optical fiber 1 and the 2nd optical fiber 2 expand, The mode field is connected in the condition of having been expanded appropriately, and connection loss which is without a loss to beyond the value that optical reinforcement set up beforehand

can make certainly small connection easily.

[0017] Namely, since it is heated by the burner 8 until it becomes beyond the value that carried out the monitor of the optical reinforcement of the outgoing radiation light by which outgoing radiation is carried out from the 2nd optical fiber 2 every moment, and the optical reinforcement set up beforehand, Even if the class of optical fibers 1 and 2 connected is different or the temperature of a burner 8 is not stabilized Since it is expanded to suitable magnitude and heating is ended in the condition, both the mode fields in the welding connection of the 1st and 2nd optical fiber 1 and 2 serve as small connection of connection loss certainly.

[0018] The 2nd example of the welding contact which connects an optical fiber using the welding connection method of the optical fiber of this invention is shown in drawing 3 in the state of an optical fiber 1 and 2 installation. The main points that the 2nd example differs from the 1st example are having used as the arc discharge electrodes 3a and 3b the heating system which heats the fusion splicing field 5 of optical fibers 1 and 2. The arc discharge electrodes 3a and 3b are connected to the discharge control section 20, and the discharge control section 20 is connected to the feedback control section 17 like the 1st example.

[0019] In the 2nd example, after carrying out fusion splicing of the 1st and 2nd optical fiber 1 and 2 with the arc discharge electrodes 3a and 3b, it is made to be the same as that of the 1st example. Measuring the luminous intensity by which lets light pass from the 1st optical fiber 1 side to the 2nd optical fiber 2, and outgoing radiation is carried out from the 2nd optical fiber 2 The connection field 5 of the 1st and 2nd optical fiber 1 and 2 is heated with the arc discharge electrodes 3a and 3b until the optical reinforcement becomes beyond the value set up beforehand, and mode field amplification in the connection edge of the 1st and 2nd optical fiber 1 and 2 is performed.

[0020] The 2nd example does so the same effectiveness as the 1st example, further, in the 2nd example, since it can heat the 1st optical fiber 1 and 2nd optical fiber 2 continuously after fusion splicing with the arc discharge electrodes 3a and 3b and can expand the mode field, cannot move optical fibers 1 and 2 and can be connected more effectively. When the set point was actually decided that connection loss becomes below 0.6 dB, the set point was inputted into the memory section 12 and fusion splicing of optical fibers 1 and 2 was performed 10 times, connection loss was connectable by 0.60dB 10 times among 10 times.

[0021] In addition, this invention is not limited to the above-mentioned example, and can take the mode of various operations. For example, in the above-mentioned example, although the fusion splicing field 5 of optical fibers 1 and 2 was heated with a burner 8 or the arc discharge electrodes 3a and 3b, especially a heating system is not limited and may heat by other heating systems other than a burner 8, arc discharge electrode 3a, and 3b.

[0022] moreover -- although only heating by the burner 8 or the arc discharge electrodes 3a and 3b performed mode field amplification in the above-mentioned example, while heating -- optical fibers 1 and 2 -- one side may be moved in the drawing direction at least, the fusion splicing field 5 may carry out a melting drawing, and mode field amplification may be performed.

[0023] Furthermore, in the above-mentioned example, the feedback control section 17 is formed between the burner control section 13 or the discharge control section 20, and a power meter 10. In the place which became beyond the set point as which the optical reinforcement detected with a power meter 10 is beforehand inputted into the memory section 12 of the feedback control section 17, by the burner control section 13 or the discharge control section 20, although heating was terminated with a burner 8 or the arc discharge electrodes 3a and 3b It does not restrict not necessarily preparing but people observe the monitor of a power meter 10, and the feedback control section 17 may stop burner 8 grade with hand control, and may terminate heating in the place which became beyond the value that optical reinforcement set up.

[0024] Furthermore, although light was discharged to optical fibers 1 and 2 with the laser diode 4 and it let light pass to optical fibers 1 and 2 in the above-mentioned example, light may be discharged using other luminescence equipments other than laser diode 4, and it may let the light pass to optical fibers 1 and 2.

[0025] Furthermore, what is necessary is not to limit especially the set point to input and just to set it up suitably in accordance with the specification of optical fibers 1 and 2 etc., although the set point inputted into the memory section 12 was decided in the above-mentioned example so that connection loss might become below 0.2 dB or below 0.6 dB. Moreover, although only the luminous intensity by which outgoing radiation is carried out from an optical fiber 2 was measured in the above-mentioned example The luminous intensity by which detects the luminous intensity discharged from luminescence equipment, and outgoing radiation is carried out from an optical fiber 2 The monitor section which carries out the monitor of the value deducted from the luminous intensity discharged from luminescence equipment is prepared, and the fusion splicing field 5 of optical fibers 1 and 2 may be heated until the value by which a monitor is carried out to the monitor section turns into below the connection loss value set up beforehand.

[0026] Furthermore, in the above-mentioned example, although the mode field of the 2nd optical fiber 2 considered [the mode field of the 1st optical fiber 1] as the optical fiber of an ellipse by the perfect circle, the mode field of the 2nd optical fiber 2 does not care about [the mode field of the 1st optical fiber 1] the reverse with an ellipse by the perfect circle, either, but both mode fields of optical fibers 1 and 2 care about an ellipse or both also with a perfect circle. Moreover, this invention can be made to apply to the fusion splicing of the optical fiber 1 and two comrades which especially the magnitude of the diameter of the mode field of the 1st optical fiber 1 and the 2nd optical fiber 2 is not limited, either, and have the mode field of various different diameters.

[0027]

[Effect of the Invention] Detecting and carrying out the monitor of the optical reinforcement of the light in which outgoing radiation is carried out to the 2nd optical fiber by through and the monitor section from the 2nd optical fiber in light from a 1st optical fiber side according to this invention In order to heat the fusion splicing field of the 1st optical fiber and the 2nd optical fiber and to expand both the mode fields in the connection edge of the 1st optical fiber and the 2nd optical fiber until optical reinforcement becomes beyond the value set up beforehand, Both the mode fields of the 1st and 2nd optical fiber are expanded to a suitable condition, and certainly small connection becomes [connection loss] possible easily. Therefore, if small connection of connection loss which is always without a loss about the optical reinforcement beyond the value set up beforehand is made and an optical fiber is connected with the welding connection method of the optical fiber of this invention even if the class of optical fibers 1 and 2 connected was not different or the heating temperature of a heating system was not stabilized, in case the connected optical fiber is used as an object for optical communication, it will become always reliable connection.

[Translation done.]

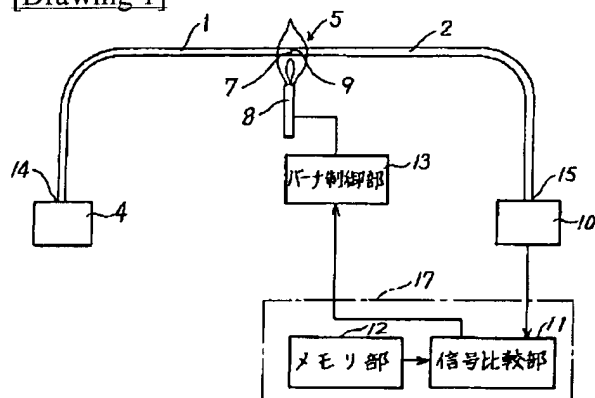
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

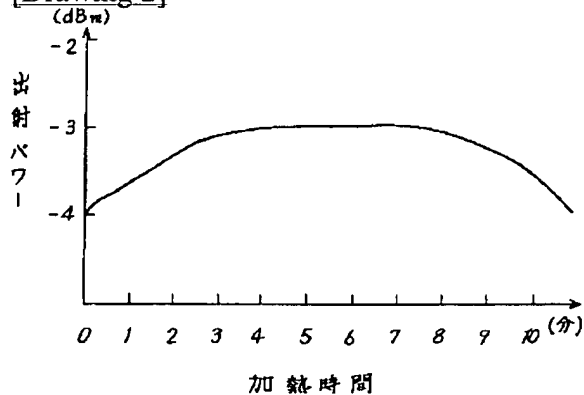
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

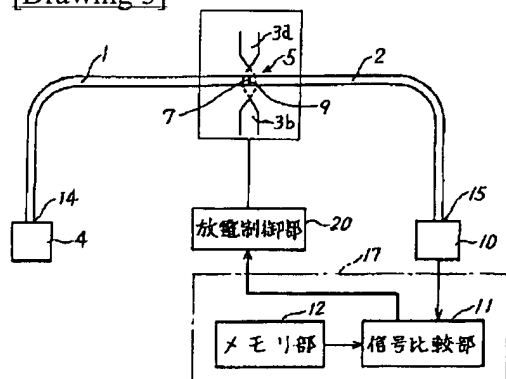
[Drawing 1]



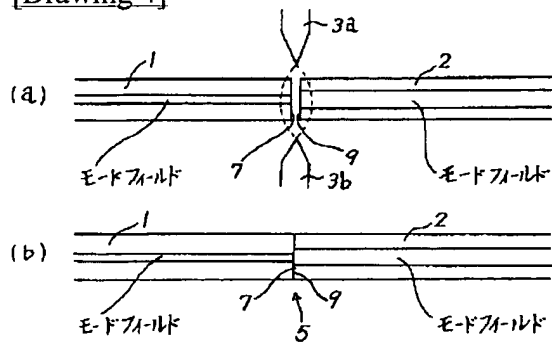
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-84142

(43) 公開日 平成7年(1995)3月31日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/255 6/14		9412-2K 7139-2K	G 0 2 B 6/ 24	3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-181922

(22) 出願日 平成5年(1993)6月28日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 小野 卓宏

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 柳川 久治

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

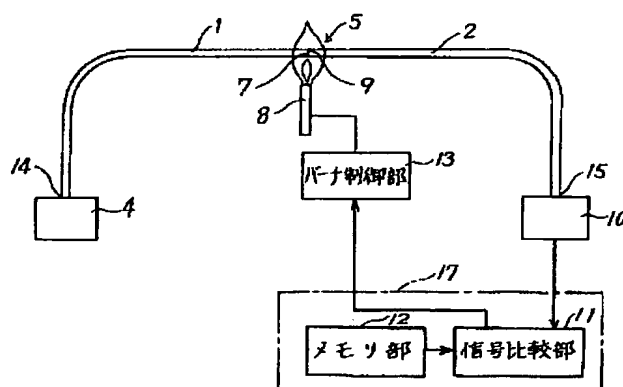
(74) 代理人 弁理士 五十嵐 清

(54) 【発明の名称】 光ファイバの融着接続方法

(57) 【要約】

【目的】 モードフィールド径が異なる光ファイバ同士の接続において、接続損失を確実に小さくすることが容易にできる光ファイバの融着接続方法を提供する。

【構成】 第1の光ファイバ1の一端側7と第2の光ファイバ2の一端側9を融着接続し、光ファイバ2の他端側15にはモニタ部であるパワーメータ10を接続し、パワーメータ10にはフィードバック制御部17を接続する。光ファイバ1、2の融着接続領域5にはバーナ8を配置し、バーナ8はバーナ制御部13を介して前記フィードバック制御部17に接続する。光ファイバ1側から光ファイバ2へ光を通し、光ファイバ2から出射される光の光強度をパワーメータ10で検出モニタしながら、その光強度が予め設定してフィードバック制御部17に与えた値以上となるまでバーナ8により光ファイバ1、2の融着瀬湯俗領域5を加熱して光ファイバ1、2の接続端部におけるモードフィールドを共に拡大する。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の光ファイバの一端側と、第1の光ファイバとはモードフィールド径が異なる第2の光ファイバの一端側を融着接続し、第2の光ファイバの他端側には光強度を検出してモニタするモニタ部を設け、第1の光ファイバと第2の光ファイバの融着接続後に第1の光ファイバ側から第2の光ファイバに光を通し、前記モニタ部により第2の光ファイバから出射される光の光強度を検出してモニタしながら、該光強度が予め設定した値以上となるまで第1の光ファイバと第2の光ファイバとの融着接続領域を加熱して、第1の光ファイバと第2の光ファイバの接続端部におけるモードフィールドを共に拡大することを特徴とした光ファイバの融着接続方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、モードフィールド径が異なる光ファイバの融着接続方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光通信の分野で、モードフィールド径（光ファイバのコアの中心軸の光強度に対してその光強度が $1/e^2$ に減衰する領域の直径をいう）の異なる光ファイバの融着接続が行われるようになって来ている。モードフィールド径が異なる光ファイバ同士を結合するときは、例えば、図4の（a）に示すように、第1の光ファイバ1の一端側7と、第1の光ファイバ1とはモードフィールド径が異なる第2の光ファイバ2の一端側9を対向配置し、アーク放電電極3a、3bの放電により、同図の（b）に示すように融着接続するが、そのまま融着接続した状態では光ファイバ1、2の接続端部において接続損失が大きくなってしまいうため、出願人は、第1の光ファイバ1と第2の光ファイバ2の融着接続領域5を加熱して第1の光ファイバ1と第2の光ファイバ2の接続端部におけるモードフィールド径を共に拡大することにより接続損失を低減させようとする方法を提案している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、第1、第2の光ファイバ1、2の融着接続領域5を加熱する際、加熱時間や温度等の条件が適切でないと接続損失を効果的に低減させることができず、従来、それらの条件調整が適切に行われているかどうかをモードフィールド拡大処理中に判断する手段がなかったために、条件調整が適切に行われないうこともあり、そうなると、光ファイバ1、2の接続損失が大きくなってしまいうといった問題があった。例えば、接続する光ファイバ1、2の種類が違ったり、加熱温度が安定しなかつたりすると、同じ時間だけ加熱処理を行ったとしても、適切にモードフィールドが拡大される場合もあるし、十分に拡大されなかつたり、拡大しすぎてかえって接続損失が大きくなってし

2

まったりといった場合もあるため、接続するときによって光ファイバ1、2の接続損失にばらつきが生じ、光ファイバ1、2を光通信用として用いる際の接続良品の歩留りが悪かつた。

【0004】 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、モードフィールド径が異なる光ファイバ同士の接続において、接続損失を確実に小さくすることが容易にできる光ファイバの融着接続方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明は次のように構成されている。すなわち、本発明は、第1の光ファイバの一端側と、第1の光ファイバとはモードフィールド径が異なる第2の光ファイバの一端側を融着接続し、第2の光ファイバの他端側には光強度を検出してモニタするモニタ部を設け、第1の光ファイバと第2の光ファイバの融着接続後に第1の光ファイバ側から第2の光ファイバに光を通し、前記モニタ部により第2の光ファイバから出射される光の光強度を検出してモニタしながら、該光強度が予め設定した値以上となるまで第1の光ファイバと第2の光ファイバとの融着接続領域を加熱して、第1の光ファイバと第2の光ファイバの接続端部におけるモードフィールドを共に拡大することを特徴として構成されている。

【0006】

【作用】 上記構成の本発明において、第1の光ファイバ側から第2の光ファイバに光が通されて、第2の光ファイバから出射される光の強度がモニタ部で検出されてモニタされ、その光強度が予め設定した値以上となるまで第1の光ファイバと第2の光ファイバの融着接続領域が加熱されるため、第1の光ファイバと第2の光ファイバの接続端部におけるモードフィールドは共に拡大して、モードフィールドの大きさが適切な大きさに拡大されたところで第1、第2の光ファイバの融着接続領域の加熱が終了される。そして、第1、第2の光ファイバのモードフィールドは適切な大きさに拡大されて接続されるため、第1、第2の光ファイバ同士の接続損失は確実に小さくなる。

【0007】

【実施例】 以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。なお、本実施例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その詳細説明は省略する。図1には、本発明に係る光ファイバの融着接続方法を用いて光ファイバの接続を行う融着接続装置の第1の実施例が、光ファイバ1、2取り付け状態で示されている。同図において、光ファイバ1、2は、第1の光ファイバ1の一端側7と第2の光ファイバ2の一端側9が従来例と同様に対向配置されてアーク放電電極3a、3bにより融着接続され、融着接続後にバーナを備えた加熱装置にセットされている。第1の光ファイバ1のモードフィ

(3)

3

ールドは、直径 $9.5\ \mu\text{m}$ の真円形状であり、第2の光ファイバ2のモードフィールドは、長径 $13\ \mu\text{m}$ 、短径 $6.2\ \mu\text{m}$ の楕円形状であり、両光ファイバ1、2のモードフィールドは、寸法および形状が異なっている。

【0008】第1の光ファイバの他端側14には、レーザダイオード4が接続されており、第2の光ファイバ2の他端側15には、モニタ部であるパワーメータ10が接続され、パワーメータ10にはフィードバック制御部17が接続されている。第1、第2の光ファイバ1、2の融着接続領域5にはバーナ8が配置され、バーナ8はバーナ制御部13に接続されており、バーナ制御部13は前記フィードバック制御部17に接続されている。

【0009】発光装置として機能するレーザダイオード4は、レーザ光（光信号）を発射するもので、発射された光が第1の光ファイバ1に入射し、第1の光ファイバ1を通過して第1の光ファイバ側から第2の光ファイバ2に通され、第2の光ファイバ2の端側15から出射されてパワーメータ10に入射するようになっている。

【0010】パワーメータ10はその光信号を検出し、電気信号に変換して出射光の光強度を時々刻々モニタし、そのモニタ信号をフィードバック制御部17に加えるようになっている。フィードバック制御部17は信号比較部11とメモリ部12を有しており、メモリ部12には、予め決められた光強度の設定値が入力されている。信号比較部11はメモリ部12に入力されている設定値とパワーメータ10から信号比較部11に加えられる光強度のモニタ信号を比較して、第2の光ファイバ2から出射される光強度がメモリ部12に入力されている設定値以上になったときには加熱を終了するように判断し、加熱終了信号（オフ信号）をバーナ制御部13に加え、バーナ制御部13は信号比較部11から加えられた加熱終了信号を受けてバーナ8を止め、融着接続領域5の加熱を終了させるようになっている。

【0011】本発明の光ファイバの融着接続方法により光ファイバ1、2を接続する場合、第1、第2の光ファイバ1、2は融着接続後にバーナ8により加熱されて、各光ファイバ1、2のモードフィールド径が、その融着接続領域5において共に拡大されるが、このとき、レーザダイオード4からレーザ光を発射して第1の光ファイバ1に入射させ、第1の光ファイバ1側から第2の光ファイバ2に光を通し、光ファイバ2の端側15から出射される光の光強度を測定すると、加熱後光強度は徐々に増加して行く。

【0012】図2には、第1、第2の光ファイバ1、2の融着接続領域5の加熱時間と出射光の光強度（出射パワー）との関係を求めた実験結果が示されている。同図に示されるように、出射パワーは加熱時間が増えるに従って増加し、ある一定時間以上加熱すると逆に低下してしまう。

【0013】このことは、加熱により、第1、第2の光

4

ファイバ1、2の接続端部のモードフィールドは共に拡大していくが、拡大する割合は光ファイバ1と光ファイバ2のモードフィールドでは違っていて、最初のうちは光ファイバ1、2のモードフィールドの重なり部分の面積の割合が多くなるように拡大していき、その結果、光ファイバ1、2の接続損失が減少し、モードフィールド拡大状態が最適な状態、つまり、光ファイバ1、2のモードフィールドの重なり部分の割合が多くなってモードフィールド径が一致するように近づくと、光ファイバ1、2の接続損失が最も小さくなるが、さらに、その状態を越えて拡大すると、コアに光が閉じ込められなくなり、光が光ファイバ1、2の外に出てしまうことを示している。

【0014】そこで、光ファイバ1、2のモードフィールド拡大状態を適切にして、接続損失が、例えば、 $0.2\ \text{dB}$ 以下になるようにするために、レーザダイオード4から発射されるレーザ光が $-0.3\ \text{dBm}$ のときに、メモリ部12に $-0.5\ \text{dBm}$ の設定値を入力しておき、第2の光ファイバ2から出射されてパワーメータ10により検出された光強度が $-0.5\ \text{dBm}$ 以上になったところでバーナ8による加熱を終了させれば、光ファイバ1、2のモードフィールドは適切な大きさに拡大され、その状態で拡大が終了して接続されるため、光ファイバ1、2の接続損失を $0.2\ \text{dB}$ 以下の小さな値にすることができる。

【0015】このようにして、実際に、光ファイバ1、2の接続損失が $0.2\ \text{dB}$ 以下となるように設定値を決めて、その設定値をメモリ部12に入力し、光ファイバ1、2に光を通しながら、光ファイバ2から出射される光の強度が設定値以上となったところまで、光ファイバ1、2の融着接続領域5を加熱して光ファイバ1、2の接続端部のモードフィールドを共に拡大したところ、光ファイバ1、2を接続損失が $0.20\ \text{dB}$ という小さい値で接続することができた。また、同様にして、別の光ファイバ1、2の接続を行う際にも、光ファイバ1、2の接続損失が $0.2\ \text{dB}$ 以下になるように設定値を決めてメモリ部12に入力し、光ファイバ1、2に光を通しながら光ファイバ2から出射される光の強度が設定値以上となったところまで加熱してモードフィールドの拡大を行ったところ、9回中9回とも接続損失が $0.20\ \text{dB}$ という小さい値で接続することができた。

【0016】本実施例によれば、第1の光ファイバ1と第2の光ファイバ2の融着接続後に、第1の光ファイバ1側から第2の光ファイバ2に光を通し、第2の光ファイバ2から出射される光の強度をパワーメータ10により検出してモニタしながら、光強度が予め設定した値以上となるまで、第1の光ファイバ1と第2の光ファイバ2との融着接続領域5を加熱して、第1の光ファイバ1と第2の光ファイバ2の接続端部におけるモードフィールドを共に拡大させるため、モードフィールドは適切に拡大された状態で接続され、光強度が予め設定した値以上

(4)

5

となるような接続損失が確実に小さい接続を容易に行うことができる。

【0017】すなわち、第2の光ファイバ2から出射される出射光の光強度を時々刻々モニタし、その光強度が予め設定した値以上となるまでバーナ8により加熱されるため、接続される光ファイバ1、2の種類が違ったり、バーナ8の温度が安定しなかったりしても、第1、第2の光ファイバ1、2の融着接続部におけるモードフィールドは共に適切な大きさに拡大され、その状態で加熱が終了されるため、確実に接続損失の小さい接続となる。

【0018】図3には、本発明の光ファイバの融着接続方法を用いて光ファイバの接続を行う融着接続装置の第2の実施例が光ファイバ1、2取り付け状態で示されている。第2の実施例が第1の実施例と違う主要な点は、光ファイバ1、2の融着接続領域5を加熱する加熱系をアーク放電電極3a、3bとしたことである。アーク放電電極3a、3bは放電制御部20に接続されており、放電制御部20は第1の実施例と同様にフィードバック制御部17に接続されている。

【0019】第2の実施例では、第1、第2の光ファイバ1、2をアーク放電電極3a、3bにより融着接続した後、第1の実施例と同様に、第1の光ファイバ1側から第2の光ファイバ2に光を通して、第2の光ファイバ2から出射される光の強度を測定しながら、その光強度が予め設定した値以上となるまでアーク放電電極3a、3bにより第1、第2の光ファイバ1、2の接続領域5を加熱して、第1、第2の光ファイバ1、2の接続端部におけるモードフィールド拡大を行う。

【0020】第2の実施例は第1の実施例と同様の効果を奏し、さらに、第2の実施例では、アーク放電電極3a、3bにより第1の光ファイバ1と第2の光ファイバ2を融着接続後、連続して加熱し、モードフィールドの拡大を行うことができるため、光ファイバ1、2を移動させることはなく、より効果的に接続を行うことができる。実際に、接続損失が0.6 dB以下となるように設定値を決めて、その設定値をメモリ部12に入力し、光ファイバ1、2の融着接続を10回行ったところ、10回中10回とも接続損失は0.60 dBで接続することができた。

【0021】なお、本発明は上記実施例に限定されることはなく、様々な実施の態様を採り得る。例えば、上記実施例では、光ファイバ1、2の融着接続領域5の加熱をバーナ8やアーク放電電極3a、3bにより行ったが、加熱系は特に限定されることはなく、バーナ8やアーク放電電極3a、3b以外の他の加熱系により加熱を行ってもよい。

【0022】また、上記実施例では、バーナ8やアーク放電電極3a、3bによる加熱のみでモードフィールド拡大を行ったが、加熱しながら光ファイバ1、2の少くとも一方側を延伸方向に移動させて融着接続領域5の溶

6

融延伸し、モードフィールド拡大を行っても構わない。

【0023】さらに、上記実施例では、バーナ制御部13、あるいは放電制御部20とパワーメータ10との間にフィードバック制御部17を設け、パワーメータ10で検出される光強度が予めフィードバック制御部17のメモリ部12に入力してある設定値以上となったところで、バーナ制御部13や放電制御部20により、バーナ8やアーク放電電極3a、3bにより加熱を終了させたが、フィードバック制御部17は必ずしも設けるとは限らず、パワーメータ10のモニタを人が観察し、光強度が設定した値以上となったところで、手動によりバーナ8等を止めて加熱を終了させても構わない。

【0024】さらに、上記実施例では、レーザダイオード4により光ファイバ1、2に光を発射して光ファイバ1、2に光を通したが、レーザダイオード4以外の他の発光装置を用いて光を発射し、その光を光ファイバ1、2に通しても構わない。

【0025】さらに、上記実施例では、接続損失が0.2 dB以下あるいは0.6 dB以下となるようにメモリ部12に入力する設定値を決めたが、入力する設定値は特に限定されるものではなく、光ファイバ1、2の仕様等にあわせて適宜設定すればよい。また、上記実施例では、光ファイバ2から出射される光の強度のみを測定したが、発光装置から発射する光の強度を検出し、光ファイバ2から出射される光の強度を、発光装置から発射する光の強度から差し引いた値をモニタするモニタ部を設け、モニタ部にモニタされる値が予め設定した接続損失値以下になるまで、光ファイバ1、2の融着接続領域5の加熱を行っても構わない。

【0026】さらに、上記実施例では、第1の光ファイバ1のモードフィールドが真円で第2の光ファイバ2のモードフィールドが楕円の光ファイバとしたが、その逆に、第1の光ファイバ1のモードフィールドが楕円で第2の光ファイバ2のモードフィールドが真円でも構わず、光ファイバ1、2のモードフィールドの両方が楕円でも、両方とも真円でも構わない。また、第1の光ファイバ1と第2の光ファイバ2のモードフィールド径の大きさも特に限定されることはなく、様々な異径のモードフィールドを有する光ファイバ1、2同士の融着接続に本発明を適用させることができる。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、第1の光ファイバ側から第2の光ファイバに光を通し、モニタ部により第2の光ファイバから出射される光の光強度を検出してモニタしながら、光強度が予め設定した値以上となるまで第1の光ファイバと第2の光ファイバとの融着接続領域を加熱して、第1の光ファイバと第2の光ファイバの接続端部におけるモードフィールドを共に拡大するため、第1、第2の光ファイバのモードフィールドは共に適切な状態に拡大され、接続損失が確実に小さい接続が容易に

(5)

可能となる。したがって、接続される光ファイバ1、2の種類が違ったり、加熱系の加熱温度が安定しなかったとしても、常に、予め設定した値以上の光強度となるような接続損失の小さい接続が行われ、本発明の光ファイバの融着接続方法により光ファイバを接続すれば、接続した光ファイバを光通信用として用いる際等にも常に信頼できる接続となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光ファイバの融着接続方法により光ファイバを接続する融着接続装置の第1の実施例を光ファイバ1、2取り付け状態で示す構成図である。

【図2】第1、第2の光ファイバの融着接続領域の加熱時間とパワーメータ10で検出モニタされる出射パワーの

関係の一例を示すグラフである。

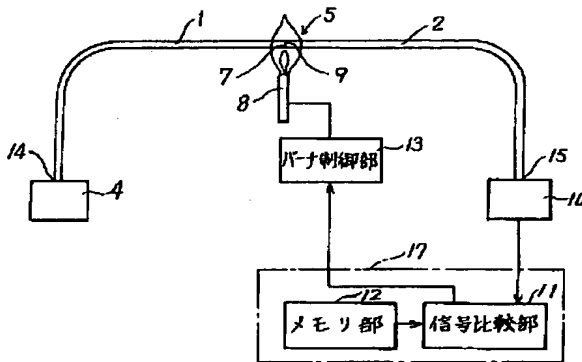
【図3】本発明に係る光ファイバの融着接続方法により光ファイバを接続する融着接続装置の第2の実施例を光ファイバ1、2の取り付け状態で示す構成図である。

【図4】光ファイバの融着接続工程の一例を示す説明図である。

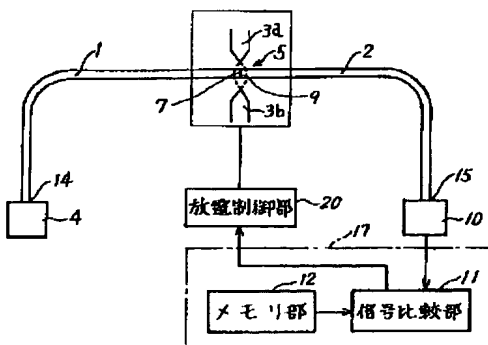
【符号の説明】

- 1 第1の光ファイバ
- 2 第2の光ファイバ
- 3 a, 3 b 放電電極
- 5 融着接続領域
- 8 パーナ
- 10 パワーメータ

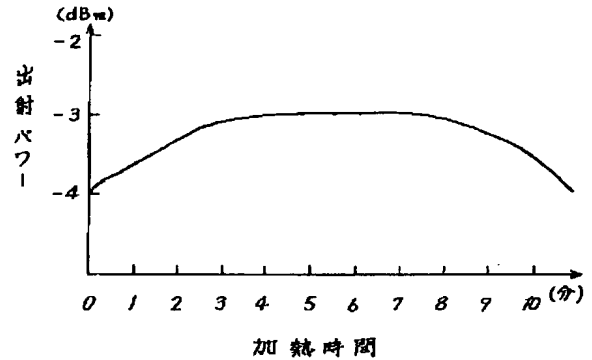
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

